



# Impacto socioeconómico de la investigación y la tecnología matemáticas en España

Presentación del estudio

Barcelona, 8 de enero de 2020

Diego Vizcaíno Delgado

[dvizcaino@afi.es](mailto:dvizcaino@afi.es)

# Portada



# Índice

<b>PREFACIO</b> .....	<b>7</b>
<b>1. RESUMEN EJECUTIVO</b> .....	<b>9</b>
1.1. MATEMÁTICAS Y ECONOMÍA.....	9
1.2. EL PESO DE LA INVESTIGACIÓN MATEMÁTICA Y DE LA TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA MATEMÁTICA EN LA ECONOMÍA ESPAÑOLA .....	10
1.3. LAS MATEMÁTICAS COMO VECTOR ESTRATÉGICO DE CRECIMIENTO Y PROGRESO ECONÓMICO.....	11
<b>2. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>13</b>
<b>3. MATEMÁTICAS Y ECONOMÍA</b> .....	<b>17</b>
3.1. NATURALEZA ECONÓMICA DE LAS MATEMÁTICAS .....	18
3.1.1. <i>Las matemáticas: un bien público de club</i> .....	18
3.1.2. <i>Las matemáticas como bien privado</i> .....	20
3.2. ¿POR QUÉ SON IMPORTANTES LAS MATEMÁTICAS PARA LAS ACTIVIDADES PRODUCTIVAS Y LA ECONOMÍA?.....	21
<b>4. EL PESO DE LA INVESTIGACIÓN MATEMÁTICA Y DE LA TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA MATEMÁTICA EN LA ECONOMÍA ESPAÑOLA</b> .....	<b>23</b>
4.1. LA CUANTIFICACIÓN DE LAS MATEMÁTICAS COMO BIEN ECONÓMICO.....	24
4.1.1. <i>Estimación cuantitativa a través del enfoque de ocupaciones con intensidad matemática</i> .....	24
4.1.2. <i>Estimación cuantitativa a través del enfoque combinado de ocupaciones y productos con intensidad matemática</i> .....	27

4.1.3. <i>Impacto indirecto e inducido: efectos de arrastre sobre otros sectores económicos</i> .....	30
4.2. EL PESO ECONÓMICO DE LAS MATEMÁTICAS EN ESPAÑA EN PERSPECTIVA COMPARADA .....	34
<b>5. LAS MATEMÁTICAS COMO VECTOR ESTRATÉGICO DE CRECIMIENTO Y PROGRESO ECONÓMICO</b> .....	<b>39</b>
5.1. EFECTOS DINÁMICOS DE LAS MATEMÁTICAS EN LA ECONOMÍA ESPAÑOLA .....	43
5.2. TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA MATEMÁTICA AL TEJIDO PRODUCTIVO Y EXTERNALIDADES POSITIVAS ASOCIADAS. ALGUNOS EJEMPLOS EN ESPAÑA.....	45
<b>6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DE POLÍTICA PÚBLICA</b> .....	<b>49</b>
<b>7. ANEXO METODOLÓGICO</b> .....	<b>51</b>
7.1. ENFOQUE DE OCUPACIONES: APROXIMACIÓN METODOLÓGICA.....	52
7.2. ENFOQUE DE OCUPACIONES: REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	57
7.3. ENFOQUE DE OCUPACIONES: MICRODATOS EPA .....	60
7.4. ENFOQUE DE PRODUCTOS.....	65
7.5. IMPACTO INDIRECTO E INDUCIDO.....	65
7.6. ESTIMACIÓN DE IMPACTO CON METODOLOGÍA DE DATOS DE PANEL .....	67
<b>8. EXPERTOS CONSULTADOS</b> .....	<b>69</b>
<b>9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>71</b>
<b>10. GLOSARIO DE TÉRMINOS</b> .....	<b>73</b>
<b>11. RELACIÓN DE FIGURAS</b> .....	<b>77</b>

# 1 | Matemáticas y economía

# La naturaleza económica de las matemáticas como bien semipúblico dificulta su medición con la lógica de la Contabilidad Nacional ...

Diagrama 2. Características de las matemáticas como bien público



Fuente: Afi

- Esta problemática se agranda cuando se tiene en cuenta su capacidad para derivar externalidades positivas o beneficios al conjunto de la sociedad, que no necesariamente participa en su producción.

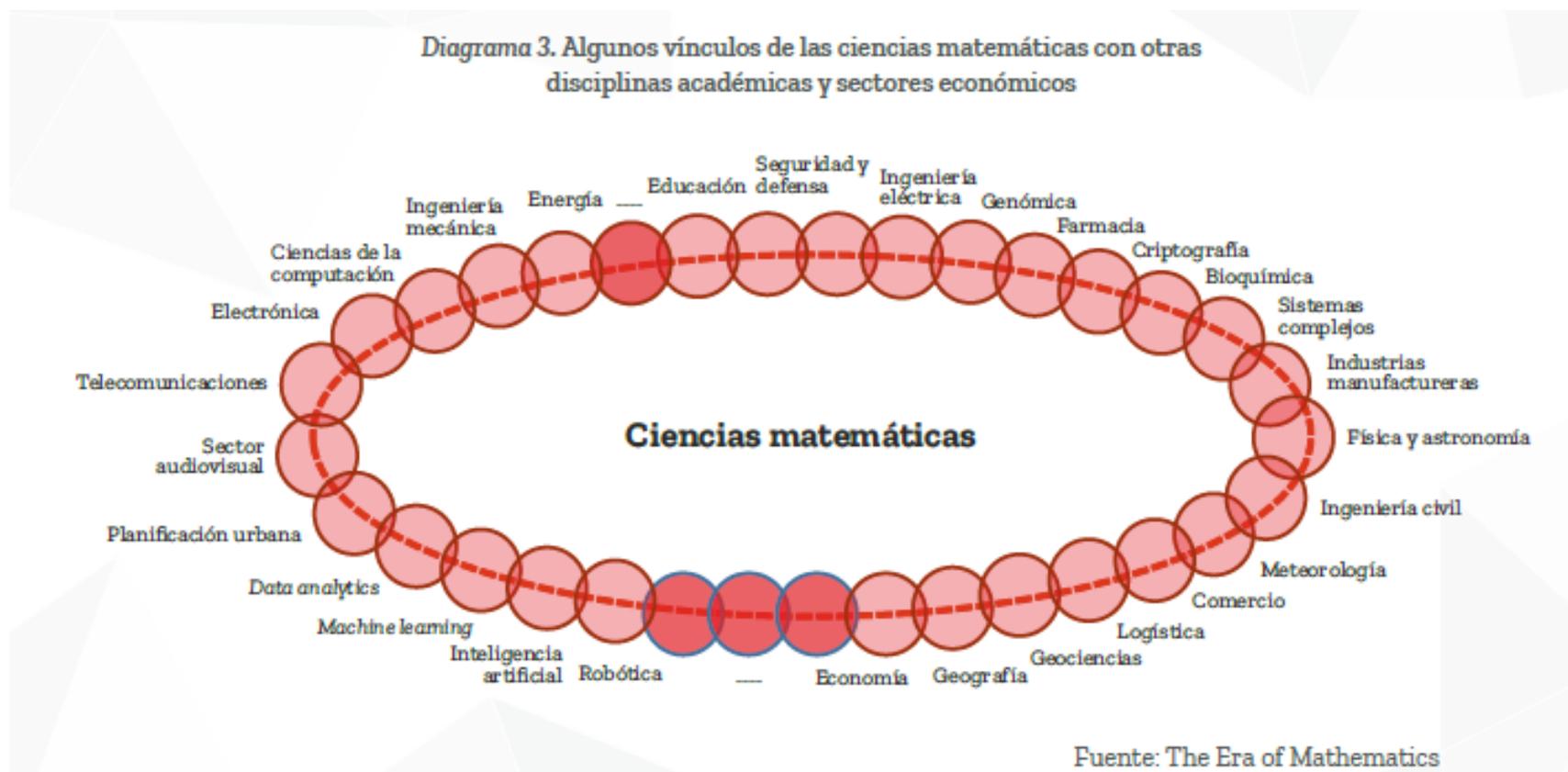
... pero, su condición de bien privado permite realizar una aproximación parcial de su peso o relevancia económica

- Cuanto menores sean los costes de aprendizaje y mayores sean los beneficios retribuidos al conocimiento, mayores serán los incentivos a extender el stock de conocimiento matemático.

$$\sum_t^T \frac{\text{Beneficios}_t}{(1+r)^t} - \text{Costes de aprendizaje}$$

## La participación de las matemáticas en las actividades productivas es transversal

- Afecta a todos los sectores, así como interviene en las distintas fases del proceso de producción de bienes y servicios.



# 2 | El peso de la investigación matemática y de la transferencia de tecnología matemática en la economía española

## La metodología para estimar el peso de las matemáticas en la economía española responde a un enfoque combinado

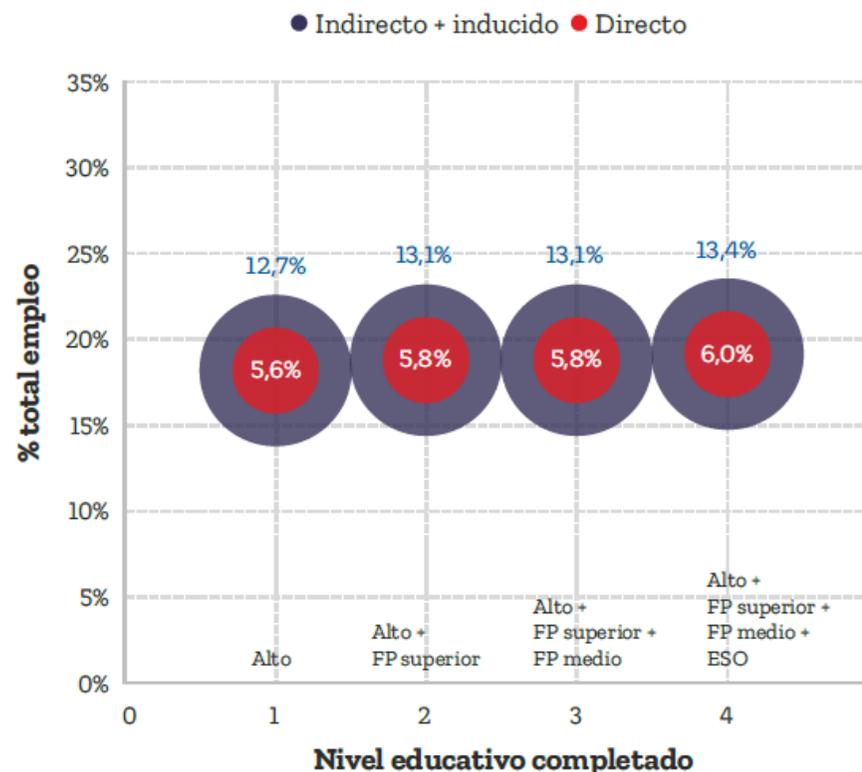


## Las actividades con intensidad matemática generaron un millón de ocupados en España en 2016 (6% del total)...

Estimación de impacto directo, indirecto e inducido de las actividades intensivas en matemáticas sobre el empleo en España (% total ocupados) según nivel educativo completado, 2016

Fuentes: Afi, INE (microdatos EPA, Tablas Input-Output)

- Si se suman los empleos indirectos e inducidos, el impacto de las matemáticas en el mercado de trabajo español se eleva hasta el 19,4% del total de los ocupados en 2016.

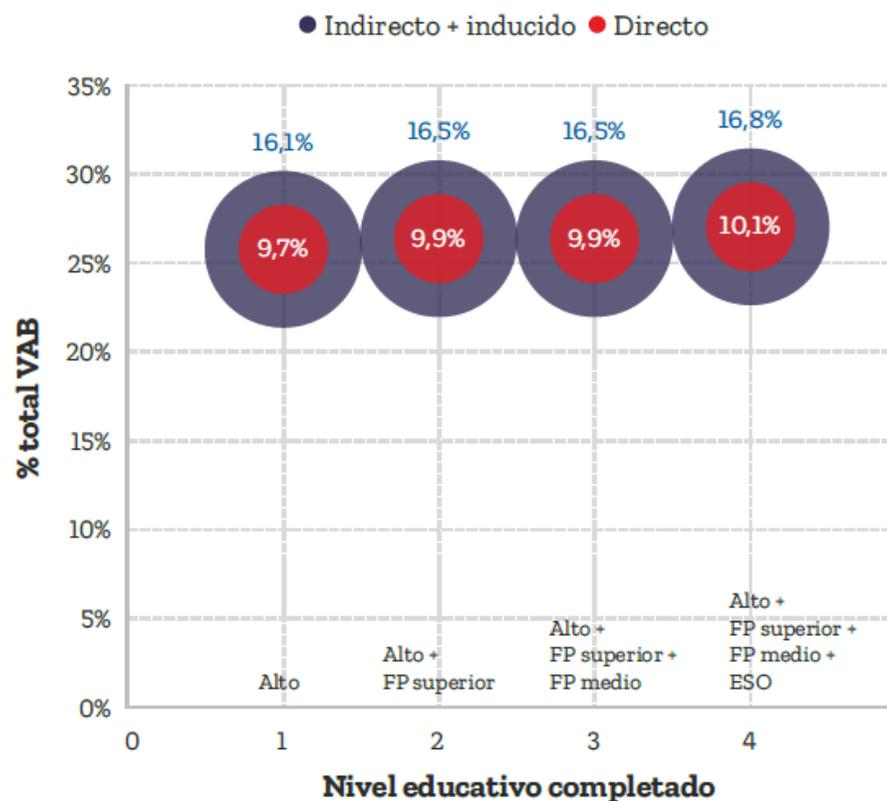


## ... y generaron un 10,1% del VAB de la economía española en 2016

Estimación de impacto directo, indirecto e inducido de las actividades intensivas en matemáticas sobre el VAB en España (% total) según nivel educativo completado, 2016

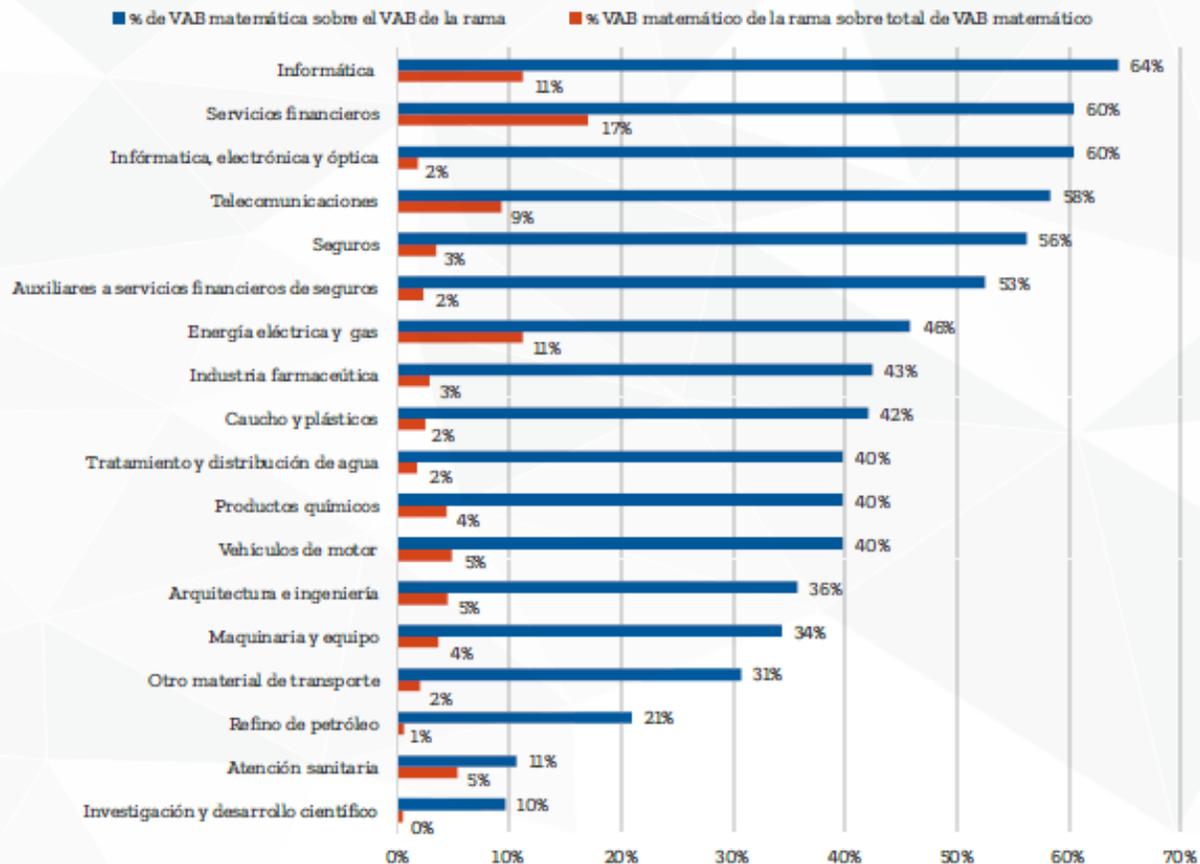
Fuentes: Afi, INE (microdatos EPA, TIO)

- Un 26,9% del total, si se añaden los efectos de arrastre que ejercen sobre otras actividades económicas.



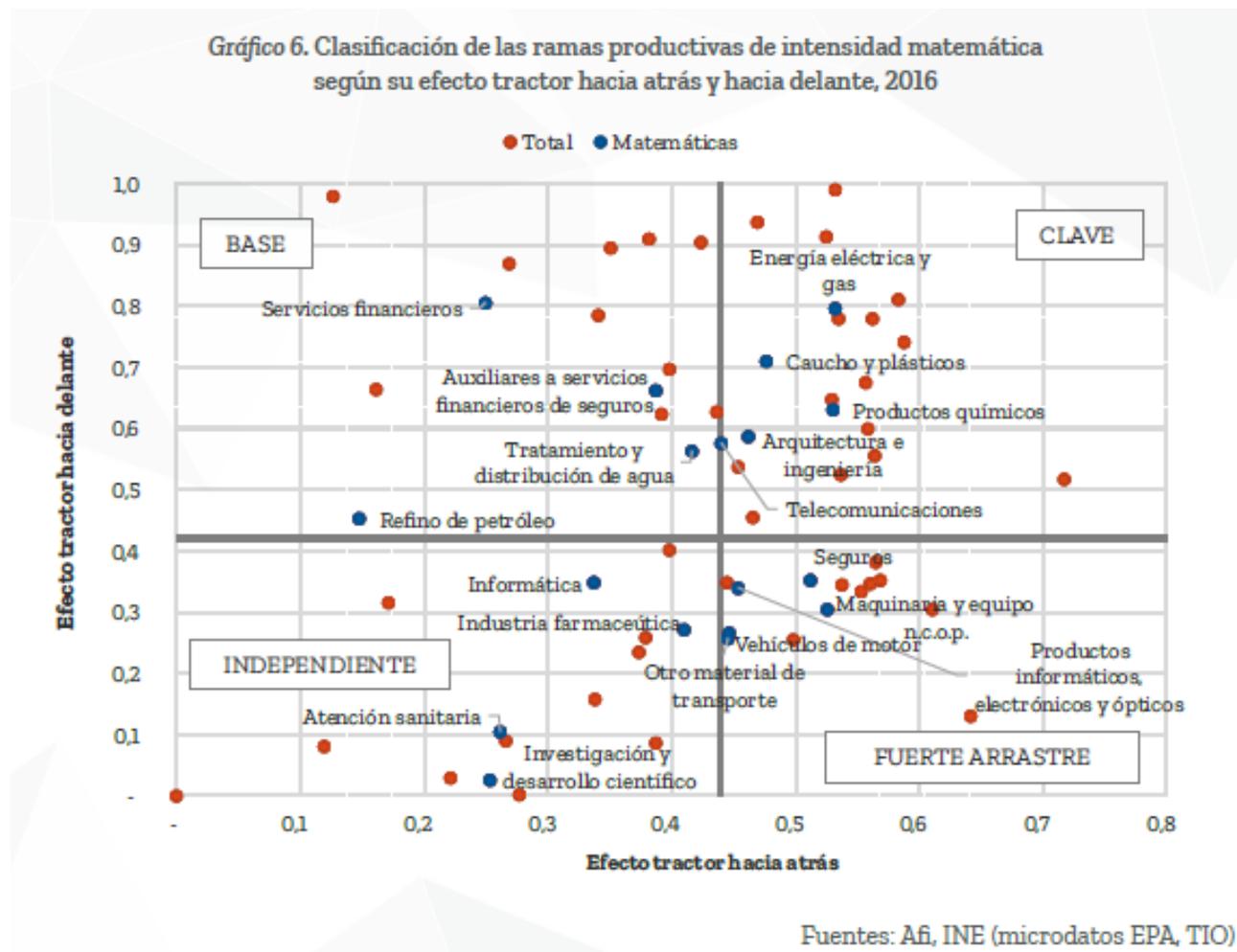
Las actividades económicas con mayor impacto de las matemáticas son la informática, las actividades financieras, los servicios de telecomunicaciones y la rama de energía eléctrica y gas.

Gráfico I. Ramas de actividad económica ordenadas de mayor a menor impacto directo de las matemáticas, 2016



Fuentes: Afi, INE (microdatos EPA)

Las ramas más intensivas en matemáticas constituyen sectores clave, tanto por su capacidad de arrastre como de soporte al resto de actividades del tejido productivo



## La magnitud de estos impactos es menor que la obtenida en otros países europeos

- En términos de empleo el impacto directo oscila entre el 10-11% del total.
- En lo que se refiere al VAB, el intervalo se encuentra entre el 13-16% del total.

Tabla 7. Estimación de impacto de las actividades intensivas en matemáticas sobre el empleo en Reino Unido, Francia, Holanda y España (millones de personas equivalentes a jornada completa y % total ocupados)

Empleo (mill)	Directo	Indirecto	Inducido	Total
Reino Unido	2,8	2,9	4,1	<b>9,8</b>
Francia	2,4	n.d.	n.d.	n.d.
Holanda	0,9	0,5	0,8	<b>2,3</b>
España	1,0	2,3		<b>3,3</b>

Empleo (% total)	Directo	Indirecto	Inducido	Total
Reino Unido	9,8%	10,2%	14,4%	<b>34,4%</b>
Francia	9,0%	n.d.	n.d.	n.d.
Holanda	10,7%	6,2%	9,1%	<b>26,0%</b>
España	6,0%	13,4%		<b>19,4%</b>

Tabla 8. Estimación de impacto de las actividades intensivas en matemáticas sobre el VAB en Reino Unido, Francia, Holanda y España (miles de millones de euros, % total)

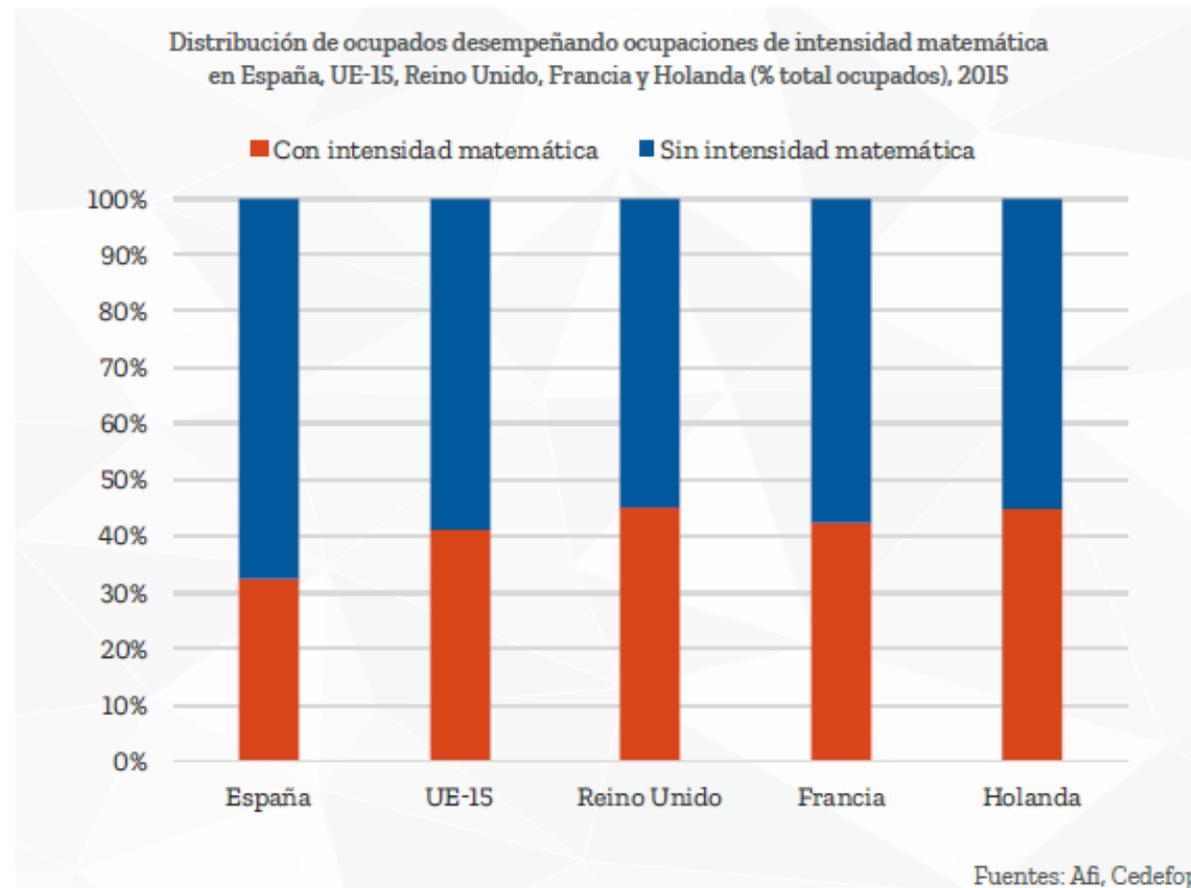
VAB (mil mill)	Directo	Indirecto	Inducido	Total
Reino Unido	208	155	192	<b>555</b>
Francia	285	n.d.	n.d.	n.d.
Holanda	71	37	51	<b>159</b>
España	103	170		<b>273</b>

VAB (% total)	Directo	Indirecto	Inducido	Total
Reino Unido	16,0%	12,0%	15,0%	<b>43,0%</b>
Francia	15,0%	n.d.	n.d.	n.d.
Holanda	13,2%	6,9%	9,5%	<b>29,6%</b>
España	10,1%	16,8%		<b>26,9%</b>

Fuentes: Afi, Deloitte, CMI

## España destaca por estar muy rezagada en profesiones de intensidad matemática...

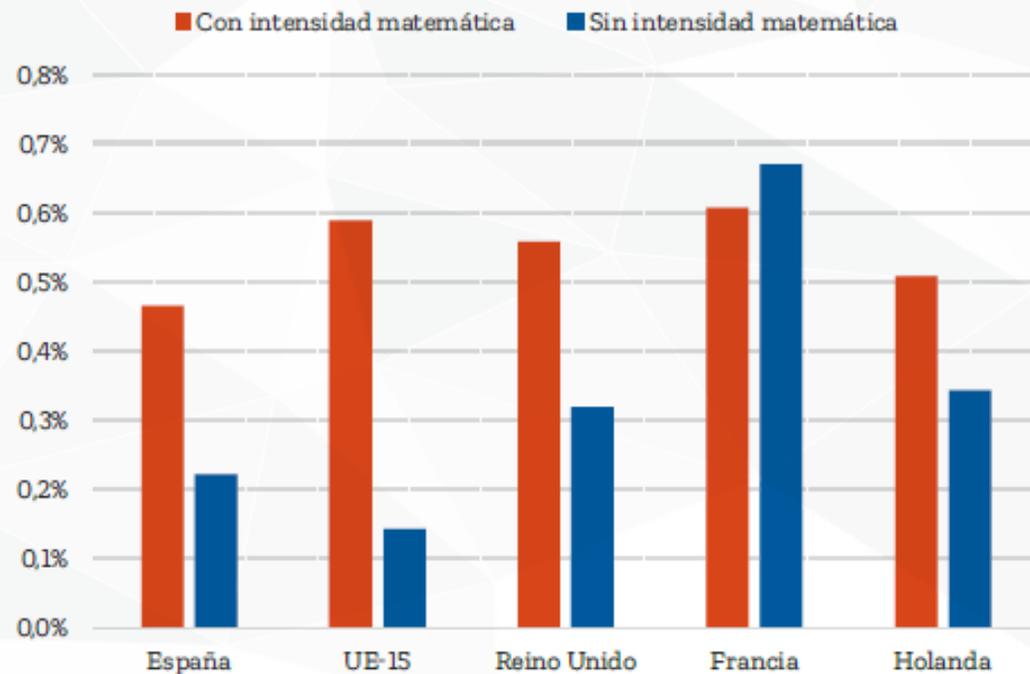
- Algunas de estas profesiones son especialistas en bases de datos y redes informáticas, finanzas, profesionales de las tecnologías de la información o diseñadores de software y multimedia.



... para las que se espera un crecimiento inferior que en los países europeos de referencia

- Las previsiones de crecimiento de Cedefop de las ocupaciones intensivas en matemáticas para la década que comprende entre el año 2015 y el año 2025 se sitúan en el 0,47% medio anual, mientras que para la UE-15 es del 0,59%, lo que ampliaría la diferencia existente ya en la actualidad.

Gráfico 8. Crecimiento de los ocupados según ocupaciones de intensidad económica en España, UE-15, Reino Unido, Francia y Holanda (crecimiento medio anual). Previsiones Cedefop 2015-25

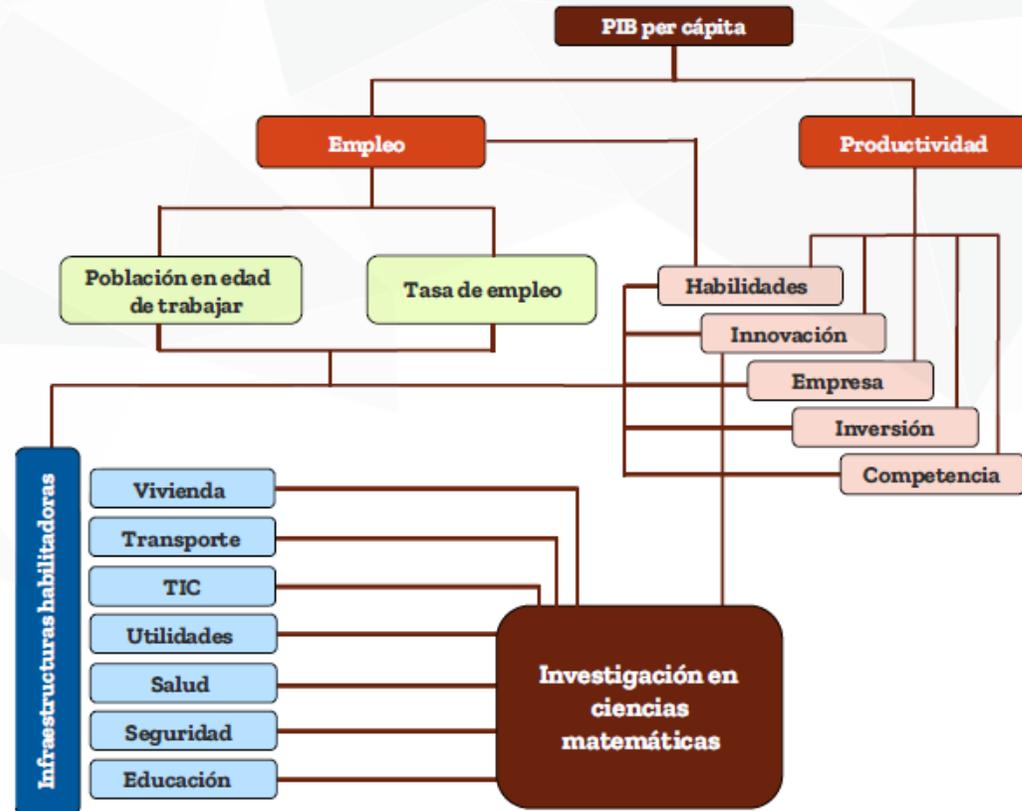


Fuentes: Afi, Cedefop

# 3 | Las matemáticas como vector estratégico de crecimiento y progreso económico

Las matemáticas están en la base de la pirámide del stock de ideas y conocimientos que indican sobre la productividad ...

Diagrama 5. Relación de largo plazo entre la investigación matemática y el bienestar

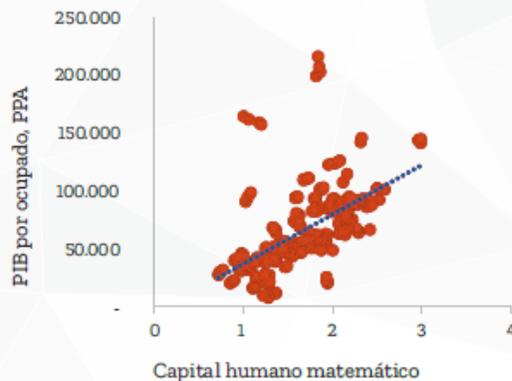


Fuente: Afi

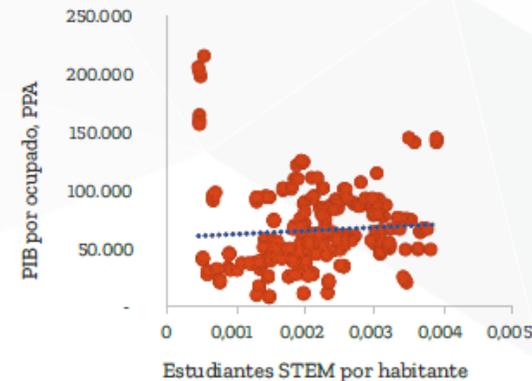
... a juzgar por la relación positiva entre los indicadores asociados a las matemáticas y la productividad del trabajo

Gráfico 11. PIB por ocupado (dólares, PPA) e indicadores asociados a la investigación matemática por países  
a) capital humano matemático, (b) estudiantes STEM por habitante, (c) publicaciones STEM por habitante y (d) resultados PISA matemáticas, 2013-2016

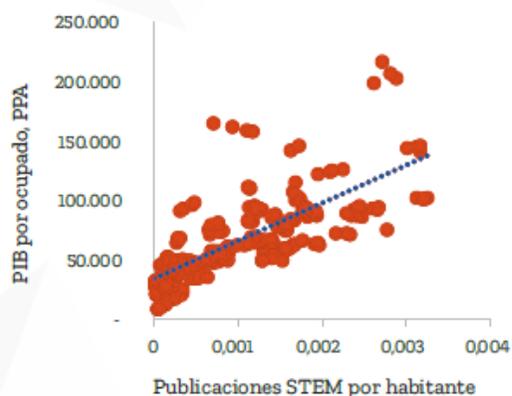
(a) Capital humano matemático (índice)



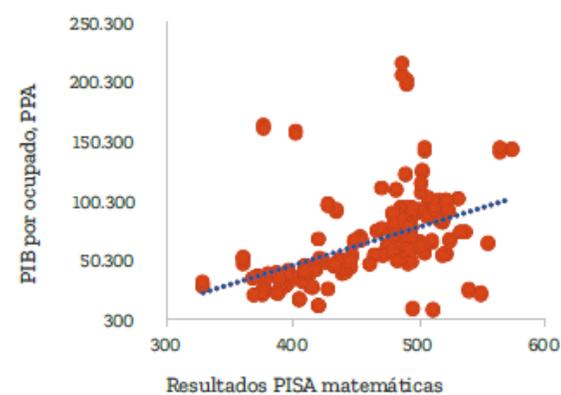
(b) Estudiantes STEM por habitante



(c) Publicaciones STEM por habitante



(d) Resultados PISA matemáticas (nota)



Fuentes: Afi, OCDE, SCIMAGO, Banco Mundial, UNESCO

Si España incrementase la proporción de graduados STEM sobre el total de la población al mismo nivel que en Francia, la productividad del trabajo podría aumentar en un 2,2% sobre los valores actuales.

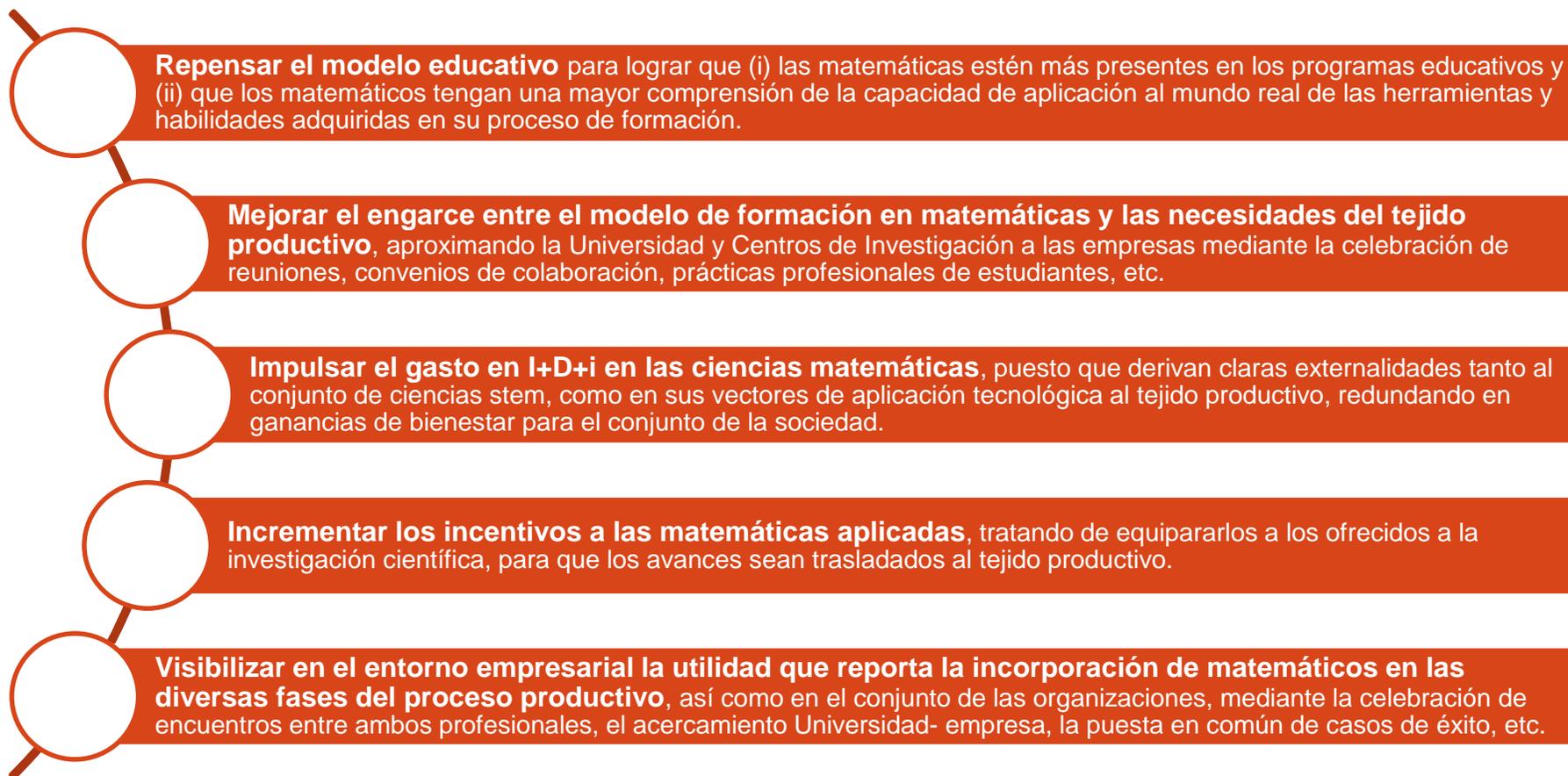
Tabla 10. Relación entre el índice de capital humano y sus componentes con el PIB por ocupado. Estimación MCO, 2013-2016

	PIB por ocupado(en logaritmo-logs)			
Capital humano matemático (logs)	0.323*** (0,071)			
Estudiantes STEM (logs)		0.073** (0,037)		
Publicaciones STEM (logs)			0.070*** (0,016)	
Resultados PISA matemáticas (logs)				0.565*** (0,205)
Stock de capital por ocupado (logs)	0.717*** (0,025)	0.762*** (0,023)	0.672*** (0,029)	0.723*** (0,029)
Europa Mediterráneos	-	-	-	-
Europa Centro	0.131** (0,053)	0.181*** (0,052)	0.168*** (0,049)	0.147*** (0,052)
Europa Escandinavia	0.078 (0,052)	0.144*** (0,046)	0.121** (0,047)	0.132*** (0,046)
Europa Este	0.108* (0,051)	0.115** (0,054)	0.110** (0,055)	0.106* (0,055)
Anglosajones	0.200*** (0,052)	0.241*** (0,049)	0.246*** (0,048)	0.244*** (0,048)
América Latina	0.254*** (0,060)	0.189*** (0,059)	0.243*** (0,065)	0.216*** (0,060)
Oriente Medio	0.320*** (0,066)	0.275*** (0,065)	0.291** (0,066)	0.321*** (0,065)
Asia Oriental	-0.002 (0,058)	0.015 (0,061)	0.041 (0,061)	-0.025 (0,066)
Control de año ( <i>dummy</i> )	Sí	Sí	Sí	Sí
Países	66	66	66	66
Observaciones	264	264	264	264
R <sup>2</sup>	0,897	0,890	0,894	0,892

Nota: los coeficientes están expresados en logaritmos. Las desviaciones típicas robustas aparecen entre paréntesis. \*, \*\*, \*\*\* indican significatividad estadística al 10%, 5% y 1%, respectivamente.

Fuentes: Afi, OCDE, SCIMAGO, Banco Mundial, UNESCO

# Recomendaciones



# Afi

Calle Marqués de Villamejor, 5  
28006 Madrid España

## **Afi**

+34 915 200 100  
[www.afi.es](http://www.afi.es)  
[info@afi.es](mailto:info@afi.es)



## **Afi Escuela de Finanzas**

+34 915 200 150 / 180  
[www.afiescueladefinanzas.es](http://www.afiescueladefinanzas.es)  
[efa@afi.es](mailto:efa@afi.es)



## **Fundación Afi**

+34 915 200 100  
[www.fundacionafi.org](http://www.fundacionafi.org)  
[info@fundacionafi.org](mailto:info@fundacionafi.org)

